



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico de Vitória – CAV
**Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica –
PPGNAFPF**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Efeito do consumo agudo de cafeína na capacidade anaeróbia quantificada pelos principais métodos de estimativa

Lucyana Galindo Arcoverde Vaz

Vitória de Santo Antão

2016



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico de Vitória – CAV

**Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica –
PPGNAPPF**

**Efeito do consumo agudo de cafeína na capacidade anaeróbia quantificada
pelos principais métodos de estimativa**

Lucyana Galindo Arcoverde Vaz

Orientador: Prof^o Dr^o Adriano Eduardo Lima da Silva

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica, área de concentração em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica para a obtenção do título de Mestre.

Vitória de Santo Antão

2016

Catálogo na Fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Lúcia Feliciano dos Santos, CRB4: 2005

V393e Vaz, Lucyana Galindo Arcoverde.
Efeito do consumo agudo de cafeína na capacidade anaeróbia quantificada
pelos principais métodos de estimativa / Lucyana Galindo Arcoverde Vaz. - 2016.
52 folhas: il., Graf.

Orientador: Adriano Eduardo Lima Silva.
Dissertação (Mestrado Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica) –
Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Pós-Graduação em Nutrição,
Atividade Física e Plasticidade Fenotípica, 2016.
Inclui bibliografia, apêndices e anexos.

1. Cafeína. 2. Teste de Esforço. 3. Limiar Anaeróbio. I. Silva, Adriano
Eduardo Lima (Orientador). II. Título.

612.7 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-052/2016



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico de Vitória – CAV
Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica – PPGNAFPF

Lucyana Galindo Arcoverde Vaz

Dissertação de Mestrado apresentada por **Lucyana Galindo Arcoverde Vaz** ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco, sob o título “**Efeito do consumo agudo de cafeína na capacidade anaeróbia quantificada pelos principais métodos de estimativa**”, orientada pelo Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva, aprovada no dia 29 de fevereiro de 2016 pela Banca Examinadora composta pelos seguintes professores:

Dra. Carol Virgínia Góis Leandro
Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte – CAV/UFPE

Dr. José Luiz de Brito Alves
Departamento de Nutrição – UFPB

Dra. Thays de Ataíde e Silva
Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte – CAV/UFPE

Aos meus pais, irmãos e sobrinhos, que dão sentido e graça a tudo.

Ao meu mais que amigo e primo, Rodrigo Galindo Sereno (em memória) por ter feito parte da minha vida com todo amor, por ter estado ao meu lado, sempre torcendo por tudo só pra me ver feliz. O amor é o mesmo e a saudade é cada vez maior.

“Amigo é coisa para se guardar

Debaixo de sete chaves

Dentro do coração

Assim falava a canção que na América ouvi

Mas quem cantava chorou

Ao ver o seu amigo partir

...

Amigo é coisa para se guardar

No lado esquerdo do peito

Mesmo que o tempo e a distância digam "não"

Mesmo esquecendo a canção

O que importa é ouvir

A voz que vem do coração

Pois seja o que vier, venha o que vier

Qualquer dia, amigo, eu volto

A te encontrar

Qualquer dia, amigo, a gente vai se encontrar”

AGRADECIMENTOS

Este espaço é dedicado àqueles que, de alguma forma, contribuíram para que esta dissertação fosse realizada.

Ao meu orientador, Professor Doutor Adriano Eduardo Lima da Silva, pelo talento e conhecimento para conduzir de forma brilhante um grupo de pesquisa, em ensinar, transformar e extrair dos alunos o máximo de compromisso e dedicação, retratados nos excelentes trabalhos do grupo de pesquisa em ciências do esporte – GPCE.

Aos colegas do GPCE, pelo companheirismo. Em especial a Victor Souza, fundamental na realização desse trabalho, por ter sido como um orientador em todos os momentos, desde a fase de coletas até a conclusão. À Renato Maranhão, um aluno de iniciação que se realiza em fazer pesquisa, obrigada pelo incentivo de sempre.

Ao meu amigo e colega de projeto, Rodrigo Silveira, por ter compartilhado junto comigo todos os momentos do mestrado, desde aulas, angústias em desconhecer o universo da pesquisa até as discussões na finalização desse trabalho. Sua participação e apoio foram fundamentais, além de terem deixado tudo mais leve.

Aos colegas do Mestrado, que ao passarmos juntos por essa fase de intenso aprendizado, tivemos oportunidade de nos tornar grandes amigos, e isso é o mais rico de todo o processo.

Aos meus amigos da vida, que sempre estão torcendo por mim. Em especial a Carol Novaes, pela paciência e apoio em todos os momentos, inclusive nos de ausências. Obrigada por estar presente sempre. À Janaína Arcanjo, que apesar da distância, estava sempre torcendo e me dando força.

À Carlos Fernando, já quase da família, a Mary e Duda, irmãs, que além da amizade e da força, ajudaram muito em colocar o trabalho nas normas textuais e na elaboração gráfica da apresentação, vocês são maravilhosos.

À minha grande família, avós, tios, primos e agregados. Aos meus irmãos e sobrinhos, uma fonte de alegria e amor, por fazerem parte do que sou, por estarmos juntos em todos os momentos, mesmo quando distantes.

E em especial, aos meus Pais, por nunca medirem esforços para nos ver felizes, sempre nos acompanhando em nossa caminhada, sejam quais forem os caminhos, e prontos para nos ajudar e nos apoiar. São uma base incondicional de apoio, carinho, amor e conforto. E não se tem palavras pra agradecer amor.

LISTA DE ABREVIATURAS

AMPc	=	Adenosina monofosfato cíclico
ATP	=	Adenosina trifosfato
CAF	=	Cafeína
CAN	=	Capacidade anaeróbia
CO ₂	=	Gás carbônico
COI	=	Comitê Olímpico Internacional
CTA	=	Capacidade de trabalho anaeróbio
DAO ₂	=	Débito alático de O ₂
DLO ₂	=	Débito láctico de O ₂
EF	=	Eficiência mecânica grossa
LV1	=	Limiar ventilatório 1
MAOD	=	Máximo déficit acumulado de oxigênio
O ₂	=	Oxigênio
Paer	=	Potência aeróbia
Pam	=	Potência aeróbia máxima
PC	=	Potência crítica
PCr	=	Fosfocreatina
PLA	=	Placebo
P	=	Potência
Pmet	=	Potência metabólica

PP	=	Potência total externa
PPan	=	Potência anaeróbia
PPaq	=	Potência de aquecimento
RER	=	Razão de troca respiratória
T	=	Trabalho
VCO ₂	=	Volume de dióxido de carbono produzido
VE	=	Ventilação
VO ₂	=	Consumo de oxigênio
VO ₂ max	=	Consumo máximo de oxigênio
W	=	Watts
WADA	=	World Antidoping Agency
Δ[La]	=	Taxa de produção de lactato
[La-]	=	Concentração de lactato

RESUMO

A ação ergogênica da cafeína sobre a capacidade anaeróbia (CAN) está relacionada à melhora do desempenho. Entretanto, os estudos que investigaram o efeito da cafeína sobre a capacidade anaeróbia utilizaram apenas o máximo déficit acumulado de oxigênio (MAOD) como método de estimativa. Avaliar o efeito do consumo agudo de cafeína sobre a CAN estimada através dos principais métodos de estimativa, MAOD, potência crítica (ponto de intercepção y da função trabalho/tempo), fase rápida de recuperação do consumo de oxigênio + concentração de lactato (3 compartimentos) e eficiência mecânica grossa (EF), que por apresentarem medidas representativas da CAN, detectam igualmente os possíveis efeitos do consumo agudo de cafeína sobre o metabolismo anaeróbio. Nove participantes realizaram um teste incremental no cicloergômetro para determinação do primeiro limiar ventilatório (LV1) e do consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx). A partir da carga referente ao LV1 foram calculadas a carga de aquecimento (90% do LV1), e as cargas dos testes experimentais. Foram doze testes experimentais, sendo seis com cafeína e seis placebo, em um desenho duplo-cego, contrabalanceado e controlado por placebo. A contribuição anaeróbia foi calculada pelos principais métodos de estimativa. Os achados mostraram que os métodos não detectam a mesma medida de CAN, logo, eles não são equivalentes na estimativa. Em relação ao efeito da cafeína sobre a estimativa sim, não houve diferença entre cafeína e placebo, exceto MAOD, que teve uma medida mais alta na situação cafeína. Além disso, não houve diferença no tempo de exaustão entre cafeína e placebo na carga supramáxima. Os métodos de estimativa não são equivalentes, eles não apresentam a mesma medida da CAN. A cafeína influenciou um dos métodos, MAOD, e isso levou a uma superestimativa da medida, quando corrigido pela estimativa do placebo, não apresentou mais diferença. Além disso, a cafeína não promoveu melhora no desempenho na carga supramáxima.

Palavras-chave: Capacidade anaeróbia. Cafeína. MAOD. Potência crítica. 3 compartimentos. Eficiência mecânica grossa.

ABSTRACT

The caffeine ergogenic action on anaerobic capacity (AC) is related to performance's improvement. However, some studies used only the maximal accumulated oxygen deficit (MAOD) as estimative method to investigate the effect of caffeine on anaerobic capacity. Evaluate the effect of acute caffeine consumption over the estimated AC through the main estimative methods, MAOD, critical power (interception point y work function/time), fast recovery phase of oxygen consumption + lactate concentration (3 compartments) and gross mechanical efficiency (GME), which by presenting representative measures of AC also detect the possible effects of acute caffeine consumption on the anaerobic metabolism. Nine participants performed an incremental test on a cycle ergometer to determine the first ventilatory threshold (VT1) and the maximal oxygen uptake ($VO_2\text{max}$). From VT1 power output were calculated warm up load (90% of VT1), and the loads of the experimental trials. Twelve experimental trails were performed, being six after caffeine and six after placebo in a double-blind, placebo-controlled and counterbalanced design. AC was calculated by main estimative methods. The findings of the present study showed that AC was not detected similarly by the estimative methods, which might assume that they are not equivalent in the estimative. However, MAOD was higher in after caffeine ingestion when compared to placebo. There were no differences between trials in the other estimative methods. In addition, the time to exhaustion was not different between caffeine and placebo in supramaximal exercise. The estimative methods are not equivalent to measure AC. However, caffeine influenced MAOD, which probably overestimate the measurement. However, when corrected by the placebo estimative, no differences between trials was observed. Furthermore, caffeine was not efficient to improve the performance at supramaximal exercise.

Keywords: anaerobic capacity. Caffeine. MAOD. Critical power. 3 compartments. Gross mechanical efficiency.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	11
1.1 Cafeína	11
1.2 Sistemas energéticos	12
1.3 Capacidade anaeróbia e métodos de estimativa	13
1.4 Cafeína e capacidade anaeróbia	19
2 OBJETIVO	20
3 HIPÓTESE	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 Participantes	22
4.2 Delineamento experimental	22
4.3 Teste incremental	22
4.4 Determinação das cargas dos testes experimentais	23
4.5 Testes experimentais	24
4.6 Análises	25
4.7 Procedimentos analíticos dos métodos de estimativa	25
4.8 Análise estatística	27
5 RESULTADOS	28
6 DISCUSSÃO	31
7 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 APRESENTAÇÃO

1.1 Cafeína

Dentre os ergogênicos nutricionais empregados com o intuito de protelar a fadiga e consequentemente melhorar o desempenho físico, a cafeína tem sido uma das mais utilizadas nos esportes de curta e média duração, com atuação predominante sobre ambos os sistemas, aeróbio e anaeróbio (ALTIMARI, 2010; ALTIMARI et al., 2006).

A cafeína é uma substância lipossolúvel, sem valor nutricional, classificada como alcaloide, pertencente ao grupo de drogas classificadas como metilxantinas (MORALES et al., 2014). É encontrada em vários produtos consumidos diariamente em todo o mundo, tais como o guaraná, mate, chocolate, café, refrigerantes e chás (VARGAS et al., 2013). Com biodisponibilidade de quase 100%, a forma mais utilizada é a oral, pela qual é facilmente absorvida através do aparelho gastrointestinal. Seu tempo de meia vida varia de 3 a 5 horas após a ingestão. Seus efeitos fisiológicos começam a ocorrer de 15 a 45 minutos após ingestão, tendo seu pico de efeito no sistema nervoso central em torno de 60 minutos após o consumo (RANG; DALE, 2012).

No início da década de 1980, sua utilização indiscriminada por parte de atletas fez com que a cafeína fosse incluída na lista de substâncias proibidas do Comitê Olímpico Internacional (COI). Entretanto, em 2004, por estar presente em diversos alimentos, bebidas e medicamentos, foi removida da lista de substâncias proibidas pela agência mundial antidoping (World Anti-Doping Agency – WADA), e entrou para lista de substâncias monitoradas, onde a concentração urinária máxima permitida é de até 12 µg/mL (VAN THUYNE; VAN EENOO; DELBEKE, 2006). Em 2011, DEL COSO et al. demonstraram uma prevalência de que três em cada quatro atletas fazem uso da cafeína antes e durante eventos competitivos (DEL COSO; MUÑOZ; MUÑOZ-GUERRA, 2011).

A dosagem de cafeína é fator determinante na melhora do desempenho, pois o desencadeamento das respostas fisiológicas e metabólicas parece estar atrelado à quantidade ingerida. Doses de 3 a 10 mg.kg⁻¹ de peso corporal podem melhorar o desempenho em exercícios físicos de diferentes naturezas, sem ultrapassar a concentração urinária permitida. Entretanto, o intervalo sugerido é de 3 a 6mg.kg⁻¹ de cafeína pura. A ingestão de altas doses de cafeína, entre 10 e 15 mg/kg de peso corporal não é recomendada, pois os níveis plasmáticos de cafeína podem alcançar valores tóxicos com aparecimento de efeitos colaterais como tremores,

insônia, irritabilidade, ansiedade, náuseas e desconforto gastrointestinal, além de ultrapassar os limites legais permitidos (ALTIMARI et al., 2006; GRAHAM, 2001).

Após absorvida, a cafeína ultrapassa rapidamente a barreira hematoencefálica, tendo sua atividade geral ditada por sua afinidade, eficácia e seletividade aos diferentes receptores adrenérgicos, atuando diretamente sobre eles, bloqueando os receptores de adenosina, agindo como estimulante psicomotor e diminuindo a percepção de esforço (MENDES et al., 2013; SHEARER; GRAHAM, 2014).

Além desse, estão entre seus principais mecanismos de ação, a inibição da fosfodiesterase, aumento intracelular de AMPc, efeito na concentração intracelular de cálcio, tornando-o mais disponível para a contração muscular, além de uma aceleração da glicólise (BRIDGE; JONES, 2006; DAVIS; GREEN, 2009). Ademais, Collomp et al. (2010) sugerem que a cafeína aumenta a secreção de epinefrina, resultando no aumento da glicogenólise.

1.2 Sistemas energéticos

Existem três processos que operam para satisfazer o requerimento energético do músculo. Esses processos englobam o sistema aeróbio (na presença do oxigênio), que se refere à combustão completa dos carboidratos, gorduras e em alguns casos proteínas, e o sistema anaeróbio, que pode ser dividido em alático e láctico. O sistema alático (ou também chamado de imediato) compreende a quebra da fosfocreatina (PCr) e adenosina trifosfato (ATP) estocados no músculo. Já o sistema láctico refere-se à combustão parcial do carboidrato (glicose ou glicogênio) a ácido láctico e posterior conversão a lactato (MOLINA; ROCCO; FONTANA, 2009).

A continuidade do processo de ressíntese geradora de ATP em um exercício estável de baixa intensidade se dá através do processo aeróbio, porém, quando esse exercício é realizado em altas intensidades, essa ressíntese é auxiliada pela via anaeróbia, devido a um extrapolamento da capacidade de geração de energia pelo sistema aeróbio (MEDBØ; TABATA, 1993). Durante a transição do repouso para o exercício, existe um aumento na demanda energética com um concomitante déficit no consumo do oxigênio durante esses períodos, sendo essa necessidade energética suprida pelo sistema anaeróbio (SAHLIN; TONKONOJI; SÖDERLUND, 1998).

O conceito de déficit de oxigênio foi primeiramente introduzido por Krogh e Lindhard, em 1920. Eles observaram que no início do exercício o consumo de oxigênio (VO_2) não aumentava instantaneamente até atingir o seu estado estável. Ao contrário, havia uma diferença

entre a curva de consumo de oxigênio no início do exercício e o alcance do seu estado estável, a qual foi classificada como déficit de oxigênio (MEDBØ et al., 1988). A magnitude desse déficit corresponde à contribuição anaeróbia. Desde então, o déficit de oxigênio tem sido utilizado para estimar a contribuição anaeróbia em diversas tarefas (CARTER et al., 2006; GASTIN, 1994). Entretanto, o déficit total possível apresenta um limite máximo, normalmente obtido em exercício de alta intensidade realizado acima do $VO_2\text{max}$, o qual pode ser chamado de máximo déficit acumulado de oxigênio (*maximal accumulated oxygen deficit*, MAOD), que seria um dos indicadores da capacidade anaeróbia (CAN) do indivíduo (MEDBØ et al., 1988).

1.3 Capacidade anaeróbia e métodos de estimativa

A CAN pode ser definida como a quantidade máxima de energia despendida no exercício por processos anaeróbios (NOORDHOF; DE KONING; FOSTER, 2010). Um dos fatores limitantes da capacidade anaeróbia parece ser o fato dos estoques de fosfocreatina e a capacidade de acúmulo de lactato sanguíneo e muscular serem limitados. A medida direta das vias energéticas alática e láctica é de difícil realização por causa da dificuldade de acesso aos marcadores fisiológicos que melhor as representam, o que causa uma impossibilidade em se estabelecer um teste padrão para medida da CAN (GASTIN, 2001). Contudo, alguns métodos foram estabelecidos ao longo dos anos com o objetivo de mensurar a CAN. As quatro metodologias mais comumente utilizadas são: o máximo déficit acumulado de oxigênio (MAOD), ponto de intercepção y da função trabalho/tempo (potência crítica), fase rápida de recuperação do consumo de oxigênio + concentração de lactato (3 compartimentos) e eficiência mecânica grossa (EF). A escolha do método depende da pesquisa e do seu objetivo prático (NOORDHOF; SKIBA; DE KONING, 2013). A seguir é descrito brevemente cada um desses métodos.

MAOD

Ao final da década de 1980, medbø et al. (1988) reformularam o conceito de déficit de oxigênio e o empregou na medida indireta da CAN. Assumiu-se que a CAN poderia ser acessada pela diferença contabilizada entre a demanda de O_2 e o O_2 acumulado durante o exercício físico supramáximo contínuo e de curta duração (BERTUZZI et al., 2008; MEDBØ et al., 1988). Para o cálculo do MAOD é preciso, portanto, estimar qual seria a energia necessária para realizar determinado exercício em intensidade acima do $VO_2\text{max}$ (supra $VO_2\text{max}$).

Inicialmente, mede-se o VO_2 em cargas sub VO_{2max} e extrapola para a carga supra VO_{2max} . Por definição, em todas essas cargas submáximas, o sistema aeróbio fornece aproximadamente 100% da energia total. Para realizar um exercício supra VO_{2max} faz-se uma extrapolação linear dos valores de VO_2 das cargas submáximas para a carga supramáxima de interesse. Em seguida, o MAOD é calculado pela diferença entre a demanda metabólica estimada e o O_2 acumulado durante o exercício supramáximo (MEDBØ et al., 1988).

Em geral, o teste supra VO_{2max} deve necessariamente levar o indivíduo até a exaustão entre 2 a 3 minutos (120 a 140% do VO_{2max}). A estimativa da demanda energética anaeróbia em atividades supramáximas requer a realização de cerca de 10 sessões de exercício submáximo (35 a 95% do VO_{2max}), com 10 minutos de duração cada, para o estabelecimento de uma boa e precisa relação linear entre VO_2 e intensidade (MEDBØ et al., 1988).

Mediante a ausência de um método tido como padrão ouro para a avaliação dessa via metabólica, alguns pesquisadores têm o MAOD como o método mais eficaz. Além disso, a maioria dos estudos indica que o MAOD é um método reprodutível e sensível a diversas substâncias ergogênicas (BERTUZZI, 2005).

Ponto de intercepção y da função trabalho/tempo (potência crítica)

O conceito de potência crítica baseia-se na existência de uma intensidade máxima de exercício que pode ser mantida por processos aeróbios, sem que haja mobilização das reservas musculares anaeróbias e consequente fadiga. Essa intensidade pode ser identificada pela relação matemática entre a potência mecânica gerada em diversas intensidades de esforço e suas respectivas durações máximas (NAKAMURA, 2001).

Monod; scherrer. (1965) apresentaram uma função hiperbólica retangular que determina a capacidade de trabalho total considerando-se a relação entre a potência gerada pelo músculo durante exercício e o tempo de exercício até atingir a exaustão. Esta função baseia-se no fato de que a duração pela qual um exercício de alta intensidade pode ser mantido até o ponto de fadiga é inversamente proporcional à potência que se pode imprimir durante o esforço. Assim, quanto maior a potência empregada, menor a duração do exercício. A partir desse modelo, a PC pode ser definida como a assíntota da relação potência-tempo, ou a inclinação da reta de regressão da relação trabalho-tempo. Um terceiro modelo foi proposto posteriormente por whipp; casaburi (1982), no qual a potência relaciona-se de maneira linear com o inverso do tempo (potência-1/tempo).

Ainda de acordo com esse modelo, intensidades de exercício acima da PC provocariam depleção progressiva das reservas anaeróbias de energia, levando o indivíduo à exaustão. Essa reserva muscular foi chamada de capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), podendo ser deduzida pelo grau de curvatura da função hiperbólica potência-tempo, pelo ponto de intersecção-y da função linear trabalho-tempo ou pela inclinação da função potência-1/tempo (NAKAMURA, 2001).

A partir dessa relação, é possível então estimar dois parâmetros, a PC e a CTA. A PC é a assíntota da relação potência-tempo, sendo considerada a maior intensidade que poderia ser mantida indefinidamente sem fadiga. Por outro lado, a CTA é o grau de curvatura da hipérbole, ou seja, o trabalho total que poderia ser realizado pelo indivíduo acima da PC a partir dos estoques de fosfagênicos e da glicólise anaeróbia, com conseqüente produção de lactato (MORITANI et al., 1981).

Um conceito fundamental envolvido na modelagem da capacidade de trabalho pelo tempo de exaustão é o pressuposto de que o sistema orgânico é composto por dois compartimentos de suprimento da demanda energética, o aeróbio e o anaeróbio (MORTON, 2006). Segundo esse modelo, o índice do fornecimento aeróbio de energia é ilimitado em capacidade, mas limitado quanto à taxa de fornecimento, tendo a PC como parâmetro limite, e sendo o tempo de exaustão em intensidades de exercício até a PC relativamente prolongado. Em intensidades acima da PC, a participação aeróbia se estabilizaria, demandando cada vez mais a participação anaeróbia, que por sua vez, é considerada limitada em sua capacidade e ilimitada em sua taxa temporal de fornecimento, sendo delimitada pela reserva de trabalho anaeróbia (HILL, 1993; MORTON, 2006).

Bishop; Jenkins; Howard (1998) apresentaram um modelo para facilitar seu entendimento, no qual um corpo deve ser considerado como um único compartimento, onde o estoque de energia e a taxa de suprimento energético sejam fixos. Exercícios realizados acima da intensidade de PC provocariam, inevitavelmente, a depleção progressiva da CTA a uma taxa dependente da diferença (Potência - PC). Em síntese, exercícios realizados acima da PC provocariam gasto da CTA, em uma taxa proporcional ao quanto acima da PC esse exercício está sendo realizado, enquanto que exercícios realizados abaixo dessa intensidade limítrofe permitiriam a reposição dessa reserva.

Fase rápida de recuperação do consumo de oxigênio + concentração de lactato (3 compartimentos)

O consumo de oxigênio e a concentração de lactato sanguíneo, após um exercício supramáximo, permitem analisar, *in vivo* e de modo pouco invasivo, alguns aspectos relacionados à transformação de energia por via anaeróbia durante o exercício (BENEKE et al., 2002; ROSSITER et al., 2002). Portanto, os dois subsistemas que compõe o sistema anaeróbio (lático e alático), podem ser estimados, como descrito abaixo:

Estimativa do sistema lático mediante as concentrações sanguíneas de lactato

Durante os esforços de alta intensidade em que a energia proporcionada pelo sistema oxidativo não é suficiente para atender totalmente a demanda metabólica, a glicólise desempenha um papel proporcional ao da potência requerida nessas tarefas. Nesse sentido, as concentrações de lactato $[La^-]$ podem ser utilizadas para se estimar a contribuição do sistema lático no exercício físico (di PRAMPERO; FERRETTI, 1999). di Prampero e Ferretti, (1999), afirmaram que é possível estimar o total de lactato produzido e que, através desse cálculo, haveria possibilidade de se adquirir informações sobre a energia transferida pelo metabolismo lático. Para isso, é necessário assumir que as elevações das $[La^-]$ sobre os níveis de repouso induzidos pelo exercício físico são acumuladas proporcionalmente no organismo, que o pico de concentração sanguínea de lactato após o exercício é resultante de uma condição de equilíbrio entre o meio intracelular e extracelular e que as taxas de remoção do lactato nos vários compartimentos de fluídos corporais têm a mesma constante de tempo (BERTUZZI, 2005).

Para tanto, assume-se que em exercício supramáximo e cíclico com duração superior a 30 segundos, a energia transferida por unidade de tempo (potência metabólica ou P_{met}) seja representada pela somatória de dois termos: o primeiro refere-se ao metabolismo aeróbio e o segundo ao anaeróbio, podendo ser expresso pela seguinte equação:

$$P_{met} = P_{am} + \beta \{ \Delta[La^-] \}$$

Onde: P_{met} = potência metabólica; P_{am} = potência aeróbia máxima (normalmente representada pelo VO_2max); β = a constante gerada para representar a energia equivalente ao acúmulo de lactato; $\Delta[La^-]$ = a taxa de produção de lactato, medida pela diferença entre o lactato de pico no sangue e o valor de lactato no repouso.

Acredita-se que os valores provenientes do sistema lático ou a constante β possam ser estimados pelo cálculo da inclinação de uma reta gerada com base na mensuração das $[La^-]$ de

pico para uma dada potência aeróbia requerida em uma determinada tarefa. Essa constante foi apresentada por di Prampero e Ferretti, onde os autores sugeriram a compatibilidade do valor fixo da constante β de $3 \text{ ml de O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ de peso corporal $\cdot \text{mM}^{-1}$ de lactato acima dos valores de repouso, viabilizando assim o cálculo da energia oriunda do sistema láctico por meio das concentrações plasmáticas de lactato (DI PRAMPERO; FERRETTI, 1999).

Estimativa do sistema ATP- PCr por meio do débito alático de oxigênio

O débito de oxigênio é mais uma das técnicas utilizadas para se estimar a contribuição do metabolismo anaeróbio durante o esforço. Usualmente ele é caracterizado pelo oxigênio que se mantém elevado sobre os valores de repouso momentos após o término do exercício físico (BERTUZZI, 2005).

Esse fenômeno foi inicialmente observado por Hill e Lupton (1923) mediante a dedução de achados das investigações realizadas em músculos isolados e com alguns experimentos realizados com humanos. Naquela ocasião, eles já haviam descrito que o débito de oxigênio era constituído por duas fases, a primeira possuindo a duração entre seis e oito minutos devido à remoção oxidativa do ácido láctico nos músculos que o produziram, ao passo que a segunda fase tinha duração mais prolongada e estava relacionada à remoção oxidativa do ácido láctico que havia se difundido da musculatura (BERTUZZI, 2005; HILL; LONG; LUPTON, 1924).

Cerca de dez anos mais tarde, Margaria; Edwards; Dill. (1933) em um trabalho clássico revisaram o comportamento e os conceitos relacionados ao débito de O_2 . Eles verificaram que o decréscimo inicial era mais rápido que o citado por Hill e Lupton (1923) com duração aproximada de três a quatro minutos. Além disso, durante a fase rápida de recuperação do O_2 após exercícios de intensidade moderada, não havia, aparentemente, formação extra de ácido láctico, o que os levou a denominar esse fenômeno de débito alático de oxigênio (DAO_2). Em razão da ausência de formação extra de ácido láctico na situação supracitada, os autores deduziram que o DAO_2 estava relacionado ao processo de ressíntese da PCr pela via oxidativa. Além disso, Margaria, Edwards e Dill (1933) mantiveram a relação originalmente apresentada entre o processo oxidativo da combustão do ácido láctico com a fase lenta do O_2 , sendo nesse momento renomeada de débito láctico de O_2 (DLO_2) (BERTUZZI, 2005).

Após a apresentação do pressuposto teórico da relação causal entre DAO_2 e a ressíntese de PCr postulado por Margaria, Edwards e dill (1933), Piiper; Spiller (1970) observaram, em estudo com músculos gastrocnêmios de cães, que as ressínteses de ATP e PCr tiveram comportamentos bastante semelhantes ao do DAO_2 , isto é, confirmou-se uma das hipóteses

apresentadas por Margaria, Edwards e Dill (1933), que o rápido declínio do O_2 que deu origem ao DAO_2 refere-se à ressíntese dos fosfatos de alta energia (BERTUZZI, 2005).

Idström et al. (1985) demonstraram que o sistema oxidativo desempenha um papel importante na ressíntese da PCr após o esforço físico. Entre os achados desse estudo, detectaram-se correlações significativas entre a taxa de recuperação da PCr e o transporte de O_2 ($r = 0,83$; $p < 0,001$) após a estimulação elétrica no músculo gastrocnêmio de ratos. Por esse motivo, os autores apontaram enfaticamente para a dependência do transporte de O_2 na restauração do sistema energético referido.

Eficiência mecânica grossa

Uma forma prática e rápida de se estimar a contribuição do sistema anaeróbio durante uma determinada tarefa é através da utilização de parâmetros como potência metabólica e eficiência mecânica grossa (FOSTER et al., 2004).

Primeiramente, é calculada a P_{met} durante um exercício de carga constante de intensidade baixa, como a de aquecimento, utilizando a seguinte equação:

$$P_{met} (W) = VO_2 (L \cdot min^{-1}) \times [(4940 RER + 16040) / 60]$$

Em que: P_{met} é a potência metabólica (em W), VO_2 é o consumo de oxigênio em l/min e RER é a razão de troca respiratória.

A eficiência mecânica grossa é o percentual de energia gerado e convertido em trabalho. O termo “grossa” refere-se ao fato de não ser descontado o gasto de energia de repouso nos cálculos. Para se estimar a EF se utiliza a seguinte equação:

$$EF = P_{Paq} / P_{met}$$

Em que: EF é a eficiência mecânica grossa, P_{Paq} é a potência do aquecimento e P_{met} é a potência metabólica mensurada pela equação 1.

Em seguida, é possível calcular em um dado exercício quanto da potência externa advém do metabolismo aeróbio e anaeróbio. A potência aeróbia (P_{aer}) pode ser calculada multiplicando a P_{met} pela eficiência mecânica grossa ($P_{Paer} = P_{met} \times EF$). Então, a

determinação da contribuição anaeróbia (PPan) poderá ser calculada através da subtração da Paer da potência total externa (PP) ($PP_{an} = PP - PP_{aer}$).

1.4 Cafeína e capacidade anaeróbia

Apesar de bastante utilizada, a maioria dos estudos ainda são inconclusivos em relação aos mecanismos de ação responsáveis pelos efeitos da cafeína sobre o metabolismo anaeróbio (ALTIMARI et al., 2006; BRUCE et al., 2000; GRAHAM, 2001; PALUSKA, 2003).

Alguns desses efeitos já estão fundamentados, entre eles está a melhora no desempenho em provas de contra-relógio de característica anaeróbia (DEMARLE et al., 2001; EGGER et al., 2014; SHEARER; GRAHAM, 2014; SIMMONDS; MINAHAN; SABAPATHY, 2010; SMITH et al., 2010). A cafeína pareceu extremamente ergogênica em exercícios com duração de 60 a 180 segundos, porém, não demonstrou resultados semelhantes em exercícios com duração de 30 segundos, sendo estes menos significantes (NISHIJIMA et al., 2002; SIMMONDS; MINAHAN; SABAPATHY, 2010). Interessante observar que a CAN parece ser esgotada totalmente quando o exercício tem duração superior a 60 segundos, e, portanto, deve ser medida nessas condições (MEDBØ et al., 1988).

Os estudos que investigaram o efeito da cafeína sobre a CAN utilizaram exclusivamente o MAOD como método de estimativa. Doherty (1998) observou aumento significativo no MAOD e no tempo de exaustão em corrida de alta intensidade (125% VO_2max) após ingestão de cafeína (5 mg.kg^{-1}). Esses achados foram confirmados posteriormente utilizando o mesmo modelo de exercício (DOHERTY et al., 2002) ou cicloergômetro (SIMMONDS et al. 2010).

Estes resultados têm implicações importantes, uma vez que a melhora do desempenho físico demonstrou estar relacionada à possível ação ergogênica da cafeína sobre a CAN. Entretanto, os estudos que investigaram o efeito da cafeína sobre a CAN utilizaram somente MAOD como método de estimativa. Contudo, existem outros métodos de mensuração da CAN, e que apesar de apresentam diferenças inerentes a sua própria metodologia, deveriam ter a mesma sensibilidade em detectar o efeito da cafeína sobre a CAN. Assim, a cafeína se apresenta como um recurso interessante para testar a sensibilidade dos diferentes métodos de estimativa da CAN, permitindo que a escolha do método possa se basear nas características e viabilidade técnico-financeira das pesquisas.

2 OBJETIVO

Avaliar o efeito do consumo agudo de cafeína sobre a CAN estimada através dos principais métodos de estimativa: máximo déficit acumulado de oxigênio (MAOD), ponto de intercepção y da função trabalho/tempo (potência crítica), fase rápida de recuperação do consumo de oxigênio + concentração de lactato (3 compartimentos) e eficiência mecânica grossa (EF).

3 HIPÓTESE

Nossa hipótese é que os principais métodos de estimativa, por apresentarem medidas representativas da CAN, detectam igualmente os possíveis efeitos do consumo agudo de cafeína sobre o metabolismo anaeróbio.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Participantes

A amostra foi composta por nove sujeitos do sexo masculino, fisicamente ativos (idade: $26,6 \pm 5,4$ anos; peso: $74,0 \pm 5,3$ kg e altura: $1,73 \pm 0,10$ metros). Após serem informados sobre a proposta do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidos, os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco - CEP/CCS/UFPE, com parecer sob o número 46017114.5.0000.5208 (ANEXO A).

4.2 Delineamento experimental

O estudo contou com duas fases, onde cada participante visitou o laboratório em treze ocasiões diferentes (APÊNDICE B). Na primeira fase, os participantes foram submetidos a uma avaliação antropométrica, aferição da pressão arterial e eletrocardiograma de repouso e esforço (APÊNDICE C; ANEXO B), que poderiam excluir indivíduos com riscos cardiovasculares após análise de um médico cardiologista (APÊNDICE D). Nenhum dos participantes recrutados foi excluído nessa fase. Ademais, foi realizado um teste incremental para determinação do primeiro limiar ventilatório e do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}). A segunda fase contou com doze visitas experimentais, usando um desenho duplo-cego, contrabalanceado e controlado por placebo. Uma hora antes de cada sessão experimental, cada participante ingeriu uma cápsula contendo 5 mg.kg^{-1} de cafeína (CAF) ou placebo (PLA). Foi solicitado aos participantes que replicassem a dieta, registrada previamente (APÊNDICE E), que não consumissem alimentos, suplementos ou medicamentos que continham cafeína e que não realizassem atividade física nas 24 horas que antecederam cada um dos testes (APÊNDICE F).

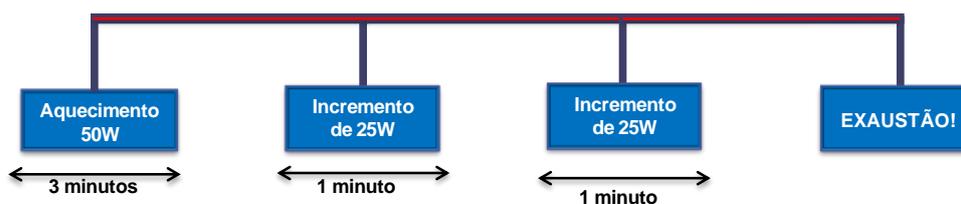
4.3 Teste incremental

Depois de realizarem um aquecimento a 50 W durante 3 minutos em um cicloergômetro (Ergo-Fit 167, Carci, São Paulo-SP, Brasil), a carga foi aumentada em 25 W por minuto até a exaustão voluntária (Figura 1). Durante todo o teste foram realizadas medidas respiração a respiração do consumo de oxigênio (VO_2), produção de dióxido de carbono (VCO_2) e

ventilação (VE), obtidos através de um analisador automático de trocas gasosas (Cortex, modelo Metalyzer 3B®, Saxony, Leipzig, Germany). Antes de cada teste, o analisador de trocas gasosas foi calibrado utilizando o ar ambiente e um cilindro com concentração conhecida de gás contendo O₂ (12%) e CO₂ (5%). O medidor de volume (turbina) foi calibrado usando uma seringa de 3 litros de ar (Quinton Instruments, Washington, Seattle, EUA). A frequência cardíaca (FC) foi obtida através de um aparelho cardiofrequencímetro (Polar modelo T 31/34®, Kempele, Finlândia). A pressão arterial foi aferida utilizando um tensiômetro e estetoscópio (Solidor), e o eletrocardiograma foi realizado utilizando um aparelho eletrocardiógrafo (Micromed, Wincardio).

O VO₂max foi determinado considerando como a média dos valores de VO₂ dos últimos 30 segundos do teste. A identificação do LV1 foi feita através das curvas VCO₂ e VO₂, observando o momento em que há o aumento desproporcional na produção do CO₂ (VCO₂) e aumento na relação VE/VO₂, sem aumento na relação VE/VCO₂. Além disso, observou-se um aumento progressivo da pressão expirada de oxigênio sem queda na pressão expirada de CO₂ (RIBEIRO, 1995). Uma pequena correção na carga do LV1 foi realizada por reduzir a carga em 2/3 (dois terços) do valor do incremento (isto é, 25W x 2/3 = 16.6W), tendo em vista que durante o teste incremental há um atraso acumulativo na cinética do VO₂ (WHIPP et al., 1981).

Figura 1 - Teste incremental



4.4 Determinação das cargas dos testes experimentais

Com a identificação da carga referente ao LV1, foram determinadas as cargas de aquecimento (90% LV1) e do delta (Δ), que corresponde a diferença entre a carga do VO₂max e LV1. Em seguida, foram determinadas as oito cargas dos testes experimentais, $\Delta 10$ (10% do Δ + carga do LV1), $\Delta 20$ (20% do Δ + carga do LV1), $\Delta 40$ (40% do Δ + carga do LV1), $\Delta 50$ (50% do Δ + carga do LV1), $\Delta 70$ (70% do Δ + carga do LV1), $\Delta 80$ (80% do Δ + carga do LV1), $\Delta 100$ (100% do Δ + carga do LV1) e a carga referente a 120% do VO₂max.

4.6 Análises

O sangue capilarizado foi coletado do lóbulo da orelha do indivíduo (40 microlitros) para análise da concentração plasmática de lactato. O sangue foi armazenado em microtubos tipo Eppendorfs com 8 microlitros de EDTA e posteriormente centrifugado a 4000 rpm por 10 minutos a 4° C para separação do plasma. Para determinação quantitativa do lactato plasmático foi utilizado o kit de lactato enzimático da Labtest Diagnóstica S.A.

4.7 Procedimentos analíticos dos métodos de estimativa

MAOD

Para cálculo do MAOD mediu-se o VO₂ (média aritmética dos 10 segundos finais do exercício) em sete cargas submáximas abaixo do VO₂max: Δ10, Δ20, Δ40, Δ50, Δ70, Δ80 e Δ100. A partir daí foi feito a extrapolação linear dos valores para estimativa da demanda de oxigênio para a carga supramáxima de interesse, isto é, 120% do VO₂max. Em seguida, o MAOD foi calculado pela diferença entre a demanda metabólica estimada integrada ao tempo de exercício e o O₂ real acumulado durante o exercício supramáximo.

Ponto de intercepção y da função trabalho/tempo (potência crítica)

A CTA foi calculada utilizando 3 ou 4 cargas pelos três modelos matemáticos mais utilizados na literatura:

- 1) *Não linear: potência (P) vs. tempo (t): $t = CTA / (P - PC)$*
- 2) *Linear: trabalho (W) vs. tempo (t): $W = PC \cdot t + CTA$*
- 3) *Linear: P vs. 1/tempo: $P = (1/t) \cdot CTA + PC$*

Onde: *t* é o tempo até a exaustão, *W* é o total de trabalho realizado durante o teste, *CTA* é a curvatura constante da hipérbole potência-tempo e que representa a capacidade de trabalho anaeróbio, *P* é a potência, e *PC* a potência crítica.

Para os cálculos foram utilizados o trabalho realizado e o tempo de exaustão em cargas equivalentes as seguintes intensidades: Δ70, Δ80, Δ100, na de 3 pontos, e Δ70, Δ80, Δ100 e

120% do $\text{VO}_{2\text{max}}$, na de 4 pontos. Os resultados das equações 1, 2 e 3, com 3 e 4 pontos, foram comparados para assegurar qualidade do ajuste e o modelo com o menor erro de estimativa foi utilizado (HILL; SMITH, 1993). A partir dessa análise, se estabeleceu na presente dissertação que seria utilizado apenas o modelo ponto de intercepção y da função trabalho/tempo com 4 pontos, por atender esse critério.

Fase rápida de recuperação do consumo de oxigênio + concentração de lactato (3 compartimentos)

No presente estudo, as contribuições dos sistemas energéticos pelo método de 3 compartimentos foram feitas através do software GDAE-Lab, disponível em <http://www.gedaelab.org/> (BERTUZZI et al., 2016).

O programa utiliza a metodologia descrita a seguir. A contribuição anaeróbia alático é realizada pelo componente rápido do excesso de captação de oxigênio do pós-exercício ajustado com as seguintes equações:

$$\text{VO}_{2(t)} = \text{VO}_{2 \text{ baseline}} + A_1 [e^{-(t-\text{td})/t_1}] + A_2 [e^{-(t-\text{td})/t_2}]$$

$$\text{AL} = A_1 \cdot \tau_1$$

Em que: AL é a contribuição anaeróbia alática, $\text{VO}_{2(t)}$ é o consumo de oxigênio durante o período (t), $\text{VO}_{2\text{baseline}}$ é o consumo de oxigênio basal, A é a amplitude, td é o tempo de atraso, τ é uma constante de tempo, e 1 e 2 referem-se ao componentes rápido e lento, respectivamente.

A contribuição anaeróbia láctica é estimada utilizando o equivalente de oxigênio do acúmulo de lactato sanguíneo. Foi considerado um valor de 1 mM $[\text{La}^-]$ acima do repouso como equivalente a 3 mL de O_2kg^{-1} por quilograma de peso corporal. O acúmulo de lactato plasmático é calculado pela diferença entre o lactato de pico e o de repouso (BERTUZZI et al., 2016; DAMASCENO; PASQUA; BERTUZZI, 2015).

Eficiência mecânica grossa

Inicialmente, foi calculada a potência metabólica (P_{met}) durante o aquecimento utilizando a equação 1, adotando um valor de RER equivalente à média de valores dos últimos 10 segundos do aquecimento.

Equação 1:

$$P_{met} (W) = VO_2 (L \cdot \text{min}^{-1}) \times [(4940 \text{ RER} + 16.040) / 60].$$

A eficiência mecânica grossa foi determinada por meio da divisão da potência total do aquecimento (PPaq) pela Pmet do mesmo.

$$EF = PPaq/P_{met}$$

A geração de potência mecânica por via aeróbia durante o teste foi calculada multiplicando a Pmet pela eficiência mecânica grossa.

$$PPaer = P_{met} \times EF$$

A produção de potência mecânica por via anaeróbia durante o teste foi calculada através da diferença entre a potência mecânica por via aeróbia e a potência externa. A potência mecânica anaeróbia foi então integrada no tempo para se obter o trabalho total realizado por via anaeróbia, que é análogo a CAN.

4.8 Análise estatística

A análise estatística foi realizada no programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versão 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). As variáveis contínuas foram testadas quanto à normalidade com o auxílio do teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis apresentaram distribuição normal e foram descritas na forma de média e seus respectivos desvios-padrão. As médias foram comparadas pelo teste “t” de Student (duas médias). Para todos os testes, foi considerado um $p < 0,05$ para rejeição da hipótese de nulidade.

5 RESULTADOS

Houve diferenças significativas entre os métodos de estimativa da CAN ($p < 0,01$). A CAN, medida por meio dos métodos da Potência crítica e da Eficiência mecânica grossa foi maior quando comparada aos métodos MAOD e 3 compartimentos (Potência crítica: $18,4 \pm 0,8$ kJ; MAOD: $13,2 \pm 0,8$ kJ; eficiência mecânica grossa: $20,8 \pm 0,8$ kJ; 3 compartimentos: $13,3 \pm 0,7$ kJ; $p < 0,01$) (Figura 4); Entretanto, não houve diferença entre as suplementações de cafeína e placebo ($p = 0,09$).

A análise específica do efeito do suplemento dentro de cada método mostrou que apenas o método MAOD foi sensível para detectar diferenças significativas na CAN entre as condições, sendo maior na condição cafeína que na condição placebo ($14,3 \pm 3,07$ kJ e $12,04 \pm 2,69$ kJ, respectivamente) (Figura 4).

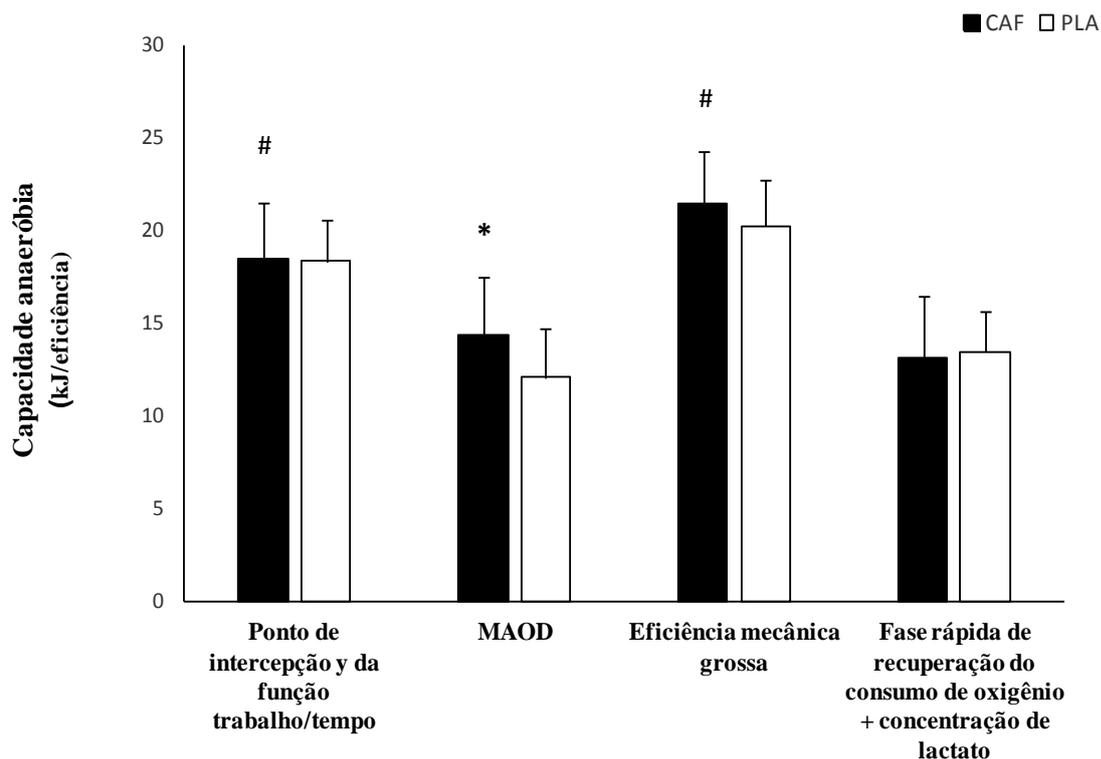


Figura 4. Capacidade anaeróbia medida pelos principais métodos de estimativa com o efeito da ingestão de cafeína e placebo.

Significativamente maior que MAOD e 3 compartimentos ($p < 0,01$).

* Significativamente maior que PLA ($p < 0,05$).

Para explorar porque somente o método MAOD foi sensível à cafeína, o VO_2 das cargas submáximas foi comparado entre placebo e cafeína (figura 5). Na carga equivalente ao $\Delta 100$, o

consumo de oxigênio foi maior na condição cafeína ($2,93 \pm 0,39 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) do que em placebo ($2,73 \pm 0,40 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$; $p = 0,006$).

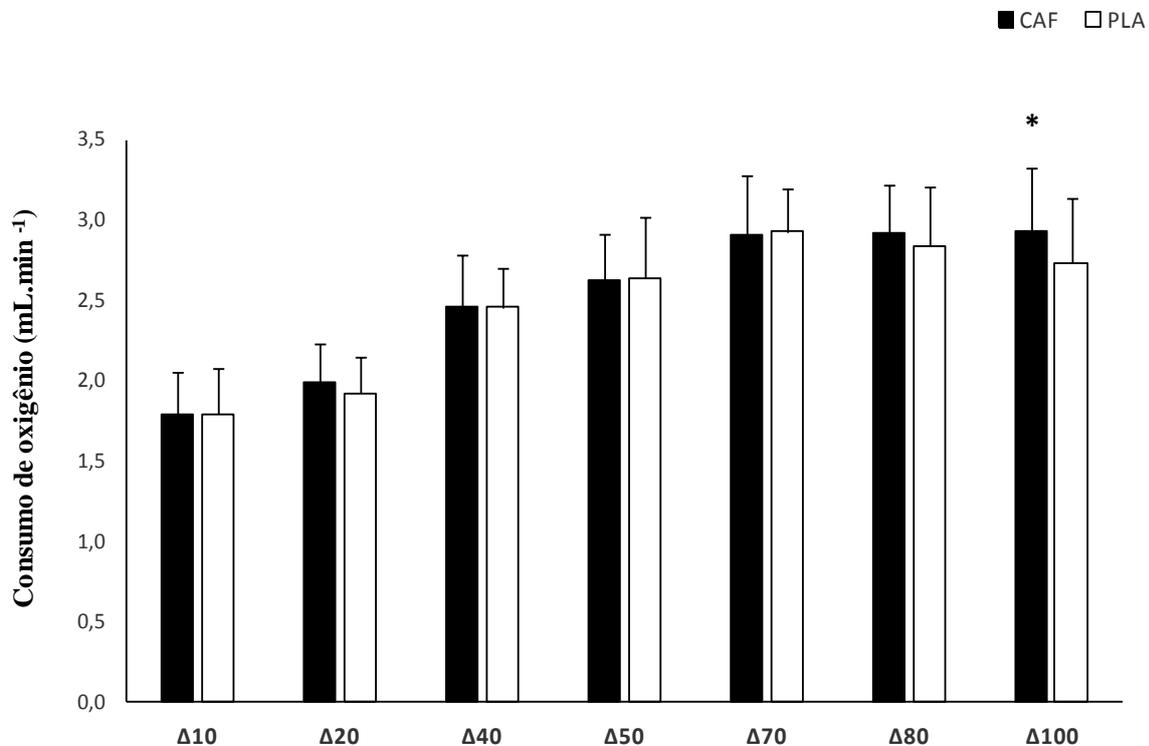


Figura 5. Consumo de O₂ nas cargas sub-VO₂max com ingestão de cafeína e placebo.

* Significativamente maior que PLA ($p < 0,05$).

Sendo a demanda de O₂ do MAOD determinada pelo consumo de oxigênio nas cargas sub-VO₂max, foi investigado se a estimativa da demanda para a carga supramáxima influenciou na obtenção do efeito da cafeína sobre a CAN. Para isso foi calculado o MAOD sem a carga equivalente ao Δ100 e, como já realizado em estudos anteriores, com demanda estimada pelo placebo (Figura 6). Nessas duas condições não foram encontradas diferenças no MAOD entre cafeína e placebo ($p > 0,05$).

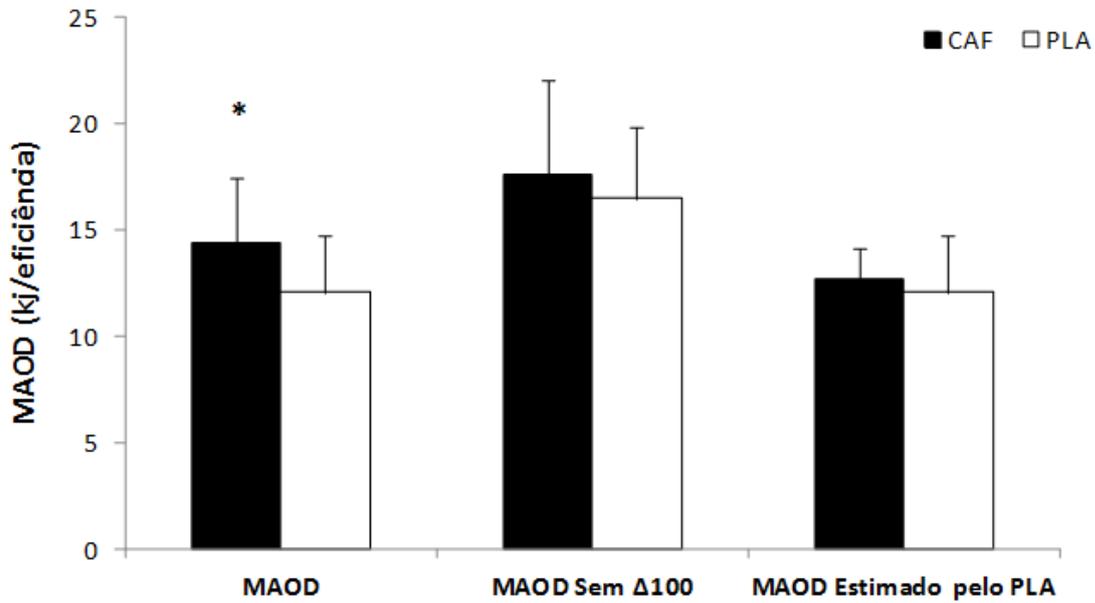


Figura 6. MAOD calculado pela demanda com cafeína, sem a carga equivalente ao $\Delta 100$ e com demanda estimada pelo placebo.

* Significativamente maior que PLA ($p < 0,05$).

Quanto ao tempo e exaustão na carga supra- $VO_2\max$, não houve diferença significativa entre as situações cafeína e placebo ($p > 0,05$) (Figura 7).

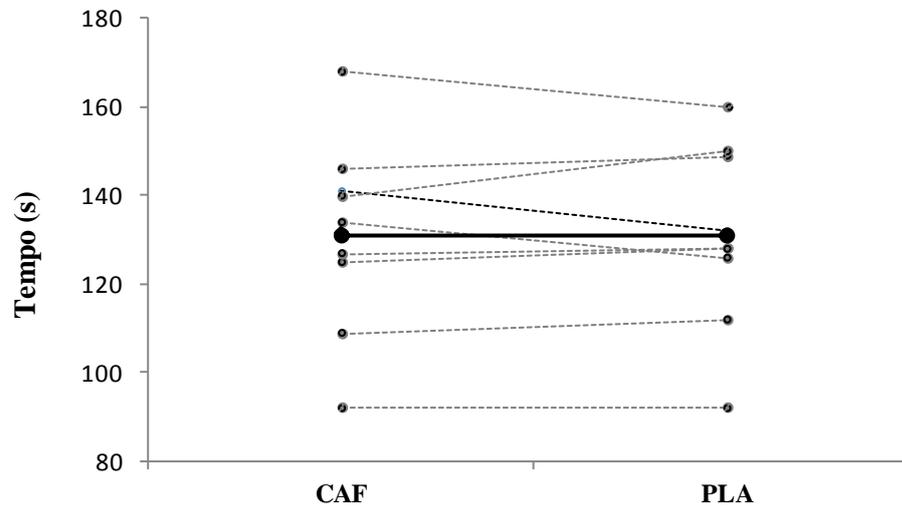


Figura 7. Tempo de exaustão para exercício a $120\%VO_2\max$.

Os dados são representados em valores individuais (○) e como média (●), ($n=9$). Caf: cafeína; Pla: placebo.

6 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do consumo agudo de cafeína sobre a CAN estimada através dos principais métodos de estimativa: máximo déficit acumulado de oxigênio (MAOD), ponto de intercepção y da função trabalho/tempo (potência crítica), fase rápida de recuperação do consumo de oxigênio + concentração de lactato (3 compartimentos) e eficiência mecânica grossa (EF). Nossa hipótese era que os principais métodos de estimativa, por apresentarem medidas representativas da CAN, detectam igualmente os possíveis efeitos do consumo agudo de cafeína sobre o metabolismo anaeróbio.

Os achados mostraram que os métodos não detectam a mesma medida de CAN, logo, eles não são equivalentes na estimativa. Entretanto, em relação ao efeito da cafeína sobre os métodos de estimativa, houve diferença entre cafeína e placebo somente na estimativa pelo MAOD, que foi maior na situação cafeína. Além disso, não houve diferença no tempo de exaustão entre cafeína e placebo na carga supramáxima.

O fato dos métodos não serem equivalentes na estimativa pode ser devido ao fato de que a PC faz uma estimativa mecânica e eficiência converte o trabalho metabólico em mecânico, enquanto MAOD e 3 compartimentos estimam a CAN por variáveis fisiológicas (oxigênio e lactato), portanto, são métodos estimados a partir de medidas derivadas dos metabólicos do metabolismo anaeróbio (NOORDHOF; SKIBA; DE KONING, 2013).

Apenas o método MAOD foi sensível para detectar diferenças significativas na CAN entre as condições cafeína e placebo, sendo maior na condição cafeína. Corroborando com os estudos de Bell, 2001 e Doherty, 1998, que apesar de metodologias diferentes, encontraram através do MAOD, diferenças na CAN com a cafeína.

A ingestão da cafeína, na carga referente ao $\Delta 100$, levou a um aumento no tempo de exaustão, levando ao aumento de consumo do oxigênio, o que conseqüentemente aumentou a demanda predita para a carga supramáxima ($\Delta 120$). Assim, a cafeína aumentou a diferença entre a demanda estimada e o consumo real, conseqüentemente, aumentando o MAOD. Desta forma, é provável que o próprio método tenha sofrido influência da cafeína em suas cargas submáximas, sendo o consumo de oxigênio uma variável fundamental no MAOD, qualquer influência que leve a uma alteração no consumo em cargas submáximas influenciará o valor predito da demanda estimada (MEDBØ et al., 1988).

Baseado na hipótese de que a cafeína aumentou a estimativa da demanda MAOD e conseqüentemente aumentou o MAOD, o cálculo do MAOD foi refeito sem a carga que sofreu a influência da cafeína (aumento do tempo de exaustão e consumo de O_2 no $\Delta 100$). Para tanto,

o cálculo do MAOD foi realizado de duas maneiras. A primeira, utilizando para extrapolação linear, os valores de consumo de oxigênio estimados na carga referente ao $\Delta 100$ por placebo. A segunda, foi estimado sem a carga referente ao $\Delta 100$. Diferentemente da primeira estimativa, não foram encontradas diferenças no MAOD entre cafeína e placebo após essas alterações no cálculo do MAOD.

Interessantemente, o presente estudo foi o único a verificar o efeito da cafeína também nas cargas submáximas, os demais estudos que calcularam o efeito da suplementação utilizando apenas placebo nas cargas submáximas e a suplementação nos testes supramáximos (BELL; JACOBS; ELLERINGTON, 2001; DOHERTY, 1998).

7 CONCLUSÃO

A associação da cafeína com a melhora do desempenho, principalmente em provas curtas, estaria associada ao aumento da capacidade anaeróbia, entretanto os resultados do presente estudo sugerem que não há aumento da CAN com suplementação de cafeína. Além disso, a cafeína não promoveu melhora no desempenho na carga supramáxima, pois não houve mudança no tempo de exaustão. A cafeína esboçou uma melhora na CAN estimada por um dos métodos, MAOD, mas isso foi provavelmente pelo seu efeito em cargas submáximas, o que levou a uma superestimava da medida, que quando corrigido pela exclusão da carga submáxima que sofreu efeito da cafeína ou quando a demanda foi estimada pela demanda do placebo, as diferenças desapareceram.

REFERÊNCIAS

- ALTIMARI, L. R. et al. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, p. 17–27, mar. 2006.
- ALTIMARI, L. R. Ingestão de cafeína como estratégia ergogênica no esporte: Substância proibida ou permitida? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 4, p. 314, 2010.
- ASTORINO, T. A.; ROBERSON, D. W. Efficacy of Acute Caffeine Ingestion for Short-term High-Intensity Exercise Performance: A Systematic Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 1, p. 257–265, 2010.
- BASSINI, A. et al. Elevação da natremia induzida pela cafeína durante o exercício. **Fitness & Performance Journal**, v. 4, n. 2, p. 117–122, 2005.
- BELL, D. G.; JACOBS, I.; ELLERINGTON, K. Effect of caffeine and ephedrine ingestion on anaerobic exercise performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 33, n. 8, p. 1399–403, ago. 2001.
- BENEKE, R. et al. How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? **European journal of applied physiology**, v. 87, n. 4-5, p. 388–92, ago. 2002.
- BERTUZZI, R. et al. GEDAE-LaB: A Free Software to Calculate the Energy System Contributions during Exercise. **PloS one**, v. 11, n. 1, p. e0145733, jan. 2016.
- BERTUZZI, R. C. DE M. **ESTIMATIVE OF ENERGETICS SYSTEMS CONTRIBUTIONS AND COST ENERGETIC IN INDOOR ROCK CLIMBING** Universidade de São Paulo, , 8 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/39/39132/tde-25072005-162610/>>. Acesso em: 26 nov. 2015
- BERTUZZI, R. C. DE M. et al. **DÉFICIT MÁXIMO ACUMULADO DE OXIGÊNIO: UMA BREVE REVISÃO HISTÓRICA E METODOLÓGICA - DOI: 10.4025/reveducfis.v19i1.4323** **Revista da Educação Física/UEM**, 9 jul. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevEducFis/article/view/4323>>. Acesso em: 26 nov. 2015
- BISHOP, D.; JENKINS, D. G.; HOWARD, A. The critical power function is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. **International journal of sports medicine**, v. 19, n. 2, p. 125–9, fev. 1998.
- BRIDGE, C. A.; JONES, M. A. The effect of caffeine ingestion on 8 km run performance in a field setting. **Journal of sports sciences**, v. 24, n. 4, p. 433–9, abr. 2006.
- BRUCE, C. R. et al. Enhancement of 2000-m rowing performance after caffeine ingestion. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 11, p. 1958–1963, 1 nov. 2000.
- CARTER, H. et al. Oxygen uptake kinetics during supra VO₂max treadmill running in humans.

International journal of sports medicine, v. 27, n. 2, p. 149–57, fev. 2006.

COLLOMP, K. et al. Effects of Caffeine Ingestion on Performance and Anaerobic Metabolism during the Wingate Test. **International Journal of sports medicine**, v. 12, n. 5, p. 439 – 443, 2010.

DAMASCENO, M. V.; PASQUA, L. A.; BERTUZZI, R. Energy system contribution in a maximal incremental test : correlations with pacing and overall performance in a 10-km running trial. v. 00, p. 1–7, 2015.

DAVIS, J. K.; GREEN, J. M. Caffeine and anaerobic performance: ergogenic value and mechanisms of action. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 39, n. 10, p. 813–32, 2009.

DEL COSO, J.; MUÑOZ, G.; MUÑOZ-GUERRA, J. Prevalence of caffeine use in elite athletes following its removal from the World Anti-Doping Agency list of banned substances. **Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquée, nutrition et métabolisme**, v. 36, n. 4, p. 555–61, ago. 2011.

DEMARLE, A. P. et al. Decrease of O₂ deficit is a potential factor in increased time to exhaustion after specific endurance training. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 90, n. 3, p. 947–53, mar. 2001.

DI PRAMPERO, P. E.; FERRETTI, G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. **Respiration physiology**, v. 118, n. 2-3, p. 103–15, 1 dez. 1999.

DOHERTY, M. **The effects of caffeine on the maximal accumulated oxygen deficit and short-term running performance.** **International journal of sport nutrition**, 1998.

DOHERTY, M. et al. Caffeine is ergogenic after supplementation of oral creatine monohydrate. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 34, n. 11, p. 1785–92, nov. 2002.

EGGER, F. et al. Effects of Sodium Bicarbonate on High-Intensity Endurance Performance in Cyclists: A Double-Blind, Randomized Cross-Over Trial. **PloS one**, v. 9, n. 12, p. e114729, jan. 2014.

FOSTER, C. et al. Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. **International journal of sports medicine**, v. 25, n. 3, p. 198–204, abr. 2004.

GASTIN, P. B. Quantification of anaerobic capacity. **J Med Sci Sports**, v. 4, p. 91–112, 1994.

GASTIN, P. B. Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise. **Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise**. n. October, 2001.

GLAISTER, M. et al. Caffeine supplementation and multiple sprint running performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 40, n. 10, p. 1835–40, out. 2008.

GRAHAM, T. E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. **Sports**

medicine (Auckland, N.Z.), v. 31, n. 11, p. 785–807, jan. 2001.

HILL, D. W. The critical power concept. A review. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 16, n. 4, p. 237–54, out. 1993.

HILL, D. W.; SMITH, J. C. A comparison of methods of estimating anaerobic work capacity. **Ergonomics**, v. 36, n. 12, p. 1495–500, dez. 1993.

HILL, A. V.; LONG, C. N. H.; LUPTON, H. Muscular Exercise, Lactic Acid and the Supply and Utilisation of Oxygen. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 97, n. 682, p. 155–176, 1 dez. 1924.

IDSTRÖM, J. P. et al. Oxygen dependence of energy metabolism in contracting and recovering rat skeletal muscle. **The American journal of physiology**, v. 248, n. 1 Pt 2, p. H40–8, jan. 1985.

MARGARIA, R.; EDWARDS, H. T.; DILL, D. B. The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. **American Journal of Physiology**, v. 106, p. 689–715, 1933.

MEDBØ, J. I. et al. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O₂ deficit. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 64, n. 1, p. 50–60, jan. 1988.

MEDBØ, J. I.; TABATA, I. Anaerobic energy release in working muscle during 30 s to 3 min of exhausting bicycling. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 75, n. 4, p. 1654–60, out. 1993.

MENDES, P. H. DE M. et al. Influência da cafeína no desempenho da corrida de 5000 metros. **RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 7, n. 41, p. 279–286, 2013.

MOLINA, G. E.; ROCCO, G. F.; FONTANA, K. E. Desempenho da potência anaeróbia em atletas de elite do mountain bike submetidos à suplementação aguda com creatina. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 5, p. 374–377, 1 out. 2009.

MONOD, H.; SCHERRER, J. THE WORK CAPACITY OF A SYNERGIC MUSCULAR GROUP. **Ergonomics**, v. 8, n. 3, p. 329–338, 1 jul. 1965.

MORALES, A. P. et al. A CAFEÍNA REVERTE O EFEITO DELETÉRIO DO EXERCÍCIO DE ENDURANCE SOBRE O SUBSEQUENTE DESEMPENHO DE FORÇA. **biol. & saúde**, v. 14, n. 4, p. 27–40, 2014.

MORITANI, T. et al. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. **Ergonomics**, v. 24, n. 5, p. 339–50, maio 1981.

MORTON, R. H. The critical power and related whole-body bioenergetic models. **European journal of applied physiology**, v. 96, n. 4, p. 339–54, mar. 2006.

NAKAMURA, F. Predições do modelo de potência crítica quanto à ocorrência da exaustão em exercício intermitente. 2001.

NISHIJIMA, Y. et al. Influence of caffeine ingestion on autonomic nervous activity during

- endurance exercise in humans. **European journal of applied physiology**, v. 87, n. 6, p. 475–80, out. 2002.
- NOORDHOF, D. A.; DE KONING, J. J.; FOSTER, C. The maximal accumulated oxygen deficit method: a valid and reliable measure of anaerobic capacity? **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 40, n. 4, p. 285–302, abr. 2010.
- NOORDHOF, D. A.; SKIBA, P. F.; DE KONING, J. J. Determining anaerobic capacity in sporting activities. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 8, p. 475–482, 2013.
- PALUSKA, S. A. Caffeine and exercise. **Current sports medicine reports**, v. 2, n. 4, p. 213–9, ago. 2003.
- PIIPER, J.; SPILLER, P. Repayment of O₂ debt and resynthesis of high-energy phosphates in gastrocnemius muscle of the dog. **Journal of applied physiology**, v. 28, n. 5, p. 657–62, maio 1970.
- RANG, H. P.; DALE, M. M. **FARMACOLOGIA**. 7^a Edição ed. [s.l.] Elsevier, 2012.
- RIBEIRO, J. P. Limiares Metabólicos e Ventilatórios Durante o Exercício . Aspectos Fisiológicos e Metodológicos. **Arq Bras Cardiol**, v. volume 64, n. 02, p. 171–181, 1995.
- ROSSITER, H. B. et al. Dynamic asymmetry of phosphocreatine concentration and O₂ uptake between the on- and off-transients of moderate- and high-intensity exercise in humans. **The Journal of physiology**, v. 541, n. Pt 3, p. 991–1002, 15 jun. 2002.
- SAHLIN, K.; TONKONOGLI, M.; SÖDERLUND, K. Energy supply and muscle fatigue in humans. **Acta physiologica Scandinavica**, v. 162, n. 3, p. 261–6, mar. 1998.
- SHEARER, J.; GRAHAM, T. E. Performance effects and metabolic consequences of caffeine and caffeinated energy drink consumption on glucose disposal. **Nutrition reviews**, v. 72 Suppl 1, p. 121–36, out. 2014.
- SIMMONDS, M. J.; MINAHAN, C. L.; SABAPATHY, S. Caffeine improves supramaximal cycling but not the rate of anaerobic energy release. **European journal of applied physiology**, v. 109, n. 2, p. 287–95, maio 2010.
- SMITH, A. E. et al. The effects of a pre-workout supplement containing caffeine, creatine, and amino acids during three weeks of high-intensity exercise on aerobic and anaerobic performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 7, p. 10, jan. 2010.
- VAN THUYNE, W.; VAN EENOO, P.; DELBEKE, F. T. Nutritional supplements: prevalence of use and contamination with doping agents. **Nutrition research reviews**, v. 19, n. 1, p. 147–58, jun. 2006.
- VARGAS, D. et al. Efeitos Cardiovasculares da Cafeína : Revisão de literatura Cardiovascular Effects of Caffeine : Literature Review. **Revista Ciências em Saúde**, v. 3, n. 2, 2013.
- WHIPP, B. J. et al. A test to determine parameters of aerobic function during exercise. **Journal**

of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology, v. 50, n. 1, p. 217–21, jan. 1981.

WHIPP, B. J.; CASABURI, R. Characterizing O₂ uptake response kinetics during exercise. **International journal of sports medicine**, v. 3, n. 2, p. 97–9, maio 1982.

APÊNDICE A



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
GRUPO DE PESQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E)

Convido o Sr. para participar, como voluntário (a), do estudo “ EFEITO DO CONSUMO AGUDO DE CAFEÍNA NA CAPACIDADE DE TRABALHO ANAERÓBIO”. Este Termo de Consentimento pode conter alguns tópicos que o senhor não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa a quem está lhe entrevistando, para que o senhor esteja bem esclarecido sobre tudo que está respondendo. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, caso aceite fazer parte do estudo, rubricue as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa o Sr. não será penalizado de forma alguma. Também garantimos que o Senhor tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade. Em caso de dúvida você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: Avenida da Engenharia s/n – 1º andar, Sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740- 600. Tel.: 2126.8588. E-mail: cepccs@ufpe.br.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: “Efeito do consumo agudo de cafeína na capacidade de trabalho anaeróbio”

Pesquisador Responsável: Professor Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva.

Endereço/Telefone/e-mail para contato (inclusive ligações a cobrar): Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte. Centro Acadêmico de Vitória. Rua do Alto do Reservatório s/n, Bela Vista. Vitória de Santo Antão/PE. CEP: 55608-680 / (81) 35233351/ limasilvae@hotmail.com

Pesquisadores participantes: Lucyana Galindo Arcoverde Vaz; Rodrigo Luis da Silveira Silva.

- Telefones para contato: (81) 35233351; (81) 95935980; (81) 87199042; (81) 88279280. A partir desse termo de consentimento e das explicações verbais dadas pelos pesquisadores envolvidos na pesquisa e citados acima, ficou claro que:
- Que o estudo se destina a verificar como a ingestão de cafeína uma hora antes do exercício atua sobre o desempenho físico;
- A importância desse estudo é investigar como o consumo de cafeína, o ergogênico mais consumido entre atletas e praticantes de exercício físico, pode melhorar o desempenho físico. Isso pode ser decisivo no resultado de uma competição.

- Que esses experimentos começarão em março de 2015, com previsão de término para julho de 2015.
- Que o estudo será feito da seguinte maneira: Eu deverei visitar o laboratório de Fisiologia do Exercício do Centro Acadêmico de Vitória, CAV/UFPE, oito vezes. Na primeira visita, responderei a um questionário denominado “PAR-Q”, que pode identificar indivíduos com risco cardiovascular (DCV). Caso não seja identificado nenhum risco para DCV, reponderei ao “Questionário de caracterização do participante”, em seguida serei submetido a uma avaliação antropométrica, um eletrocardiograma de repouso e aferição da pressão arterial. A partir desses exames e questionários terei um diagnóstico da saúde do meu coração e serei informado se poderei prosseguir no estudo. Um médico cardiologista, Dr André Sansonio (CRM: 15251), irá realizar a minha avaliação cardiológica. Se houver a liberação médica, realizarei um teste incremental, onde os pesquisadores aumentam a intensidade do esforço a cada um minuto até eu não conseguir mais pedalar ou pedir para interromper o teste. Após esse teste, receberei um formulário de registro alimentar de 24 horas que eu deverei preencher e trazer na segunda visita. Na visita 2 realizarei uma sessão de familiarização, onde farei uma simulação dos testes subsequentes. Antes de iniciar o exercício serei perguntado a respeito da minha predisposição para realizar o exercício, utilizando uma escala predeterminada (escala de predisposição ao exercício físico), logo após, farei um aquecimento de 5 minutos no cicloergômetro com uma carga que será determinada a partir do teste incremental, realizado na visita 1. Após o aquecimento, voltarei ao repouso por 5 minutos, em seguida irei pedalar com uma carga fixa até a exaustão. Ao final do exercício, direi o grau de esforço realizado por mim, através de uma escala predeterminada (Escala de percepção subjetiva de esforço), em seguida ficarei em repouso por 10 minutos, concluindo assim o protocolo de familiarização. Nas próximas seis visitas, participarei da realização dos testes experimentais, que deverão ser realizados sempre no mesmo horário. Nos dias de teste, chegarei ao laboratório e tomarei uma cápsula que poderá ser de cafeína ou celulose, após 45 minutos, me posicionarei no cicloergômetro e responderei sobre a minha predisposição para realização do exercício físico, nesse momento será coletada uma amostra de sangue capilar do lóbulo da minha orelha para análise do lactato plasmático de repouso. No minuto 50 após a ingestão da cápsula, farei um aquecimento de 5 minutos, com uma carga que já foi pré-determinada. Concluído o aquecimento, ficarei em repouso por 5 minutos para em seguida iniciar o teste experimental com uma carga fixa aos 60 minutos após a ingestão da cápsula até a exaustão. Após o teste deverei dizer o grau de esforço realizado por mim. Ficarei em repouso por 10 minutos após o teste, no entanto, no minuto 3, será coletada mais uma amostra de sangue capilar do lóbulo da minha orelha para avaliar o lactato pós-exercício (lactato de pico). Ao final do repouso, o protocolo do teste experimental estará concluído. No dia que antecede cada teste, deverei consumir a mesma dieta descrita no registro alimentar de 24 horas. Não poderei realizar atividade física e consumir alimentos, suplementos ou drogas que contenham cafeína nas 24 horas que antecedem cada um dos testes experimentais. Cada uma dessas visitas terá duração de aproximadamente 2 horas.

- Eu fui informado que os testes poderão ser interrompidos por decisão dos pesquisadores ou por mim, caso eu me sinta cansado e indisposto.
- Eu fui informado que imediatamente antes e após os testes experimentais, portanto em seis visitas, serão coletados 100 microlitros de sangue capilar do lóbulo da minha orelha.
- Eu fui informado quanto aos possíveis riscos à minha saúde física e mental, tais como: riscos de morte súbita por infarto do miocárdio, episódios vaso vagais, dor muscular e rigidez. No entanto, fui informado que estes eventos são extremamente raros ($< 0,1\%$) e improváveis quando os cuidados com a triagem e sintomas são observados antes e durante os testes, como os pesquisadores estão fazendo. Além disso, fui informado que a suplementação de cafeína pode provocar: desidratação, taquicardia, insônia, hipertensão, tremores, nervosismo, irritabilidade, ansiedade, náuseas e desconforto gastrointestinal, mas que esses eventos são muito raros ($< 0,1\%$ dos casos) com a dose que será utilizada nesse estudo (5mg/kg).
- Que não existem outros meios conhecidos para se obter os mesmos resultados.
- Além disso, caso haja necessidade de assistência hospitalar, o professor Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva, responsável pela pesquisa, ou os pesquisadores participantes Lucyana Galindo Arcoverde Vaz e Rodrigo Luis da Silveira Silva, irão ligar para o SAMU (192) e solicitar atendimento emergencial.
- Que os benefícios que deverei esperar com a minha participação são: que terei acesso aos resultados de todos os meus testes de avaliação física, desempenho cardiorrespiratório e parecer cardiológico. Esses resultados além de refletirem o meu estado geral de saúde, me ajudarão na programação/modificação dos meus treinamentos. Ademais, ao final dos experimentos, poderei ser atendido pelos Nutricionistas pesquisadores, que me fornecerão um planejamento dietético individualizado.
- Que sempre que desejar serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.
- Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.
- Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.
- Nome e Assinatura do pesquisador _____

Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (entrevistas, filmagens, etc) ficarão armazenados no computador

do laboratório de fisiologia do exercício do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco (CAV/UFPE), sob a responsabilidade dos pesquisadores, no endereço acima informado, pelo período de no mínimo 5 anos.

O senhor não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO

Eu, _____,

RG: _____, CPF: _____, abaixo assinado, após a leitura deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo “Efeito do consumo agudo de cafeína na capacidade de trabalho anaeróbio”, como sujeito. Fui devidamente informado e esclarecido pelos pesquisadores _____ sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento.

Local e data _____

Nome e Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar.

02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____

Assinatura: _____

Nome: _____

Assinatura: _____



APÊNDICE B
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
GRUPO DE PESQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE



CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos os a pesquisadores **Lucyana Galindo Arcoverde Vaz e Rodrigo Luis da Silveira Silva**, a desenvolver o seu projeto de **pesquisa “Efeito do consumo agudo de cafeína na capacidade de trabalho anaeróbio”**, que está sob a coordenação/orientação do (a) do **Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva** cujo objetivo Verificar o efeito da ingestão aguda de cafeína na capacidade de trabalho anaeróbio sobre o desempenho em testes de potência crítica em um cicloergômetro, no Laboratório de Fisiologia do Exercício do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco – CAV/UFPE.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Vitória de Santo Antão, 20 de Novembro de 2014.

Profa Dra Florisbela de Arruda Câmara e Siqueira Campos

Diretora do Centro Acadêmico de Vitória

Prof Dr Adriano Eduardo Lima da Silva

Orientador



APÊNDICE C
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
GRUPO DE PESQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE



QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DO PARTICIPANTE

NOME: _____ **DATA:** ___/___/___

D.N.: ___/___/___ **IDADE:** _____ ANOS **TELEFONE:** _____

NÚMERO: _____

DADOS DA AVALIAÇÃO

PESO ATUAL	ALTURA	IMC	P.A.	HGT
PC PEITO	PC ABD	PC COXA	% GORD.	ECG

ATIVIDADE FÍSICA

TIPO	FREQUÊNCIA	DURAÇÃO	HORÁRIO

HISTÓRICO PESSOAL

<p>Uso de medicamentos:</p> <p>() sim () não</p> <p>Lesões musculoesqueléticas:</p> <p>() sim () não</p> <p>Distúrbios hemorrágicos:</p> <p>() sim () não</p>	<p>Doença Pulmonar:</p> <p>() sim () não</p> <p>Tabagismo:</p> <p>() sim () não</p> <p>Diabetes:</p> <p>() sim () não</p>
---	---



APÊNDICE D
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
GRUPO DE PESQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE



CARTA DE ANUÊNCIA

Declaro para os devidos fins, que eu, **Dr. André Sansonio de Moraes CRM: 15.251**, serei o médico responsável pela avaliação cardiológica e emissão do parecer, no projeto de pesquisa a ser realizado pelos pesquisadores Lucyana Galindo Arcoverde Vaz e Rodrigo Luis da Silveira Silva, intitulado “Efeito do consumo agudo de cafeína na capacidade de trabalho anaeróbio”, que está sob a coordenação/orientação do Prof. Adriano Eduardo Lima da Silva cujo objetivo será verificar o efeito da ingestão aguda de cafeína na capacidade de trabalho anaeróbio sobre o desempenho em testes de potência crítica em um cicloergômetro.

Esta pesquisa será realizada no Laboratório de Fisiologia do Exercício do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco – CAV/UFPE.

Vitória de Santo Antão, 20 de Novembro de 2014

Dr. André Sansonio de Moraes

CRM: 15.251

Médico Responsável



APÊNDICE E
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
GRUPO DE PEQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE
REGISTRO ALIMENTAR DE 24 HORAS



DESJEJUM ___:___	
COLAÇÃO ___:___	
ALMOÇO ___:___	
LANCHE ___:___	
JANTAR ___:___	
CEIA ___:___	

EXTRAS: _____



APÊNDICE F
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
GRUPO DE PESQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE



**ORIENTAÇÕES PARA O PERÍODO DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA “EFEITO DO
CONSUMO AGUDO DE CAFEÍNA NA CAPACIDADE DE TRABALHO
ANAERÓBIO”**

1. Não realizar atividade física nas 24 horas que antecedem os testes;
2. Seguir rigorosamente a dieta descrita no registro alimentar de 24 horas;
3. Não ingerir suplementos ou medicamentos que contenham cafeína (ler composição);
4. Não ingerir alimentos que contenham cafeína: café, chocolates, chás e refrigerantes;
5. Manter a rotina de treinamentos e hábitos alimentares durante o período da pesquisa.



ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
GRUPO DE PESQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE



Comitê de Ética
em Pesquisa
Envolvendo
Serres Humanos

CEP - CCS - UFPE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DO CONSUMO AGUDO DE CAFEÍNA NA CAPACIDADE DE TRABALHO ANAERÓBIO

Pesquisador: Adriano Eduardo Lima da Silva

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 46017114.5.0000.5208

Instituição Proponente: Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão

Patrocinador Principal: MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.135.098

Data da Relatoria: 01/07/2015

Apresentação do Projeto:

Trata-se de pesquisa de mestrado dos alunos LUCYANA GALINDO ARCOVERDE VAZ e RODRIGO LUIS DA SILVEIRA SILVA, orientado pelo Profº Adriano Eduardo Lima da Silva do CAV/UFPE. A capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn) é definida como a quantidade de energia proveniente das fontes energéticas anaeróbias transformada em trabalho, dada pelo somatório das capacidades alática (ATP-CP) e láctica (Glicólise anaeróbia). Tem sido proposto que, em exercícios anaeróbios de carga constante realizados acima da potência crítica (PCrit), o processo de fadiga instala-se após o esgotamento da CTAn. Estudos sugerem que a ingestão aguda de cafeína pode melhorar o desempenho durante exercícios de alta intensidade através de um aumento da contribuição anaeróbia. Contudo, o modelo utilizado para essa mensuração (máximo déficit acumulado de oxigênio) assume alguns pressupostos teóricos que podem causar um viés em sua estimativa.

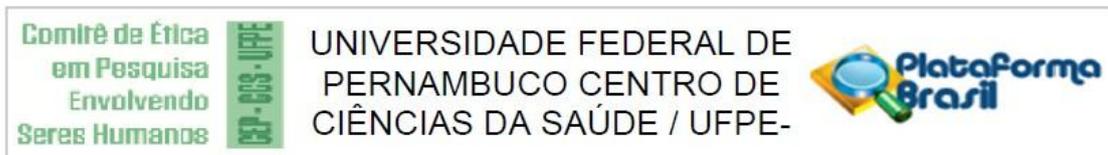
Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar o efeito da ingestão aguda de cafeína na CTAn.

Objetivo Secundário:

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 1.135.098

Avaliar em indivíduos fisicamente ativos praticantes de ciclismo o efeito da ingestão de cafeína sobre:•
Tempo de exaustão, comportamento do VO₂,
concentração de lactato, percepção subjetiva de esforço, predisposição ao exercício físico e contribuição dos sistemas energéticos alático e láctico
nas intensidades de 70, 80 e 100% do delta entre o 1º limiar e a carga máxima de trabalho no teste incremental.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Bem delineados no projeto e TCLE.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa pertinente na área de nutrição esportiva, com aplicabilidade a curto prazo em atletas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados em qualidade e quantidade, conforme determinação do CEP.

Recomendações:

-Aumentar o n dos participantes nos 2 grupos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nenhuma

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

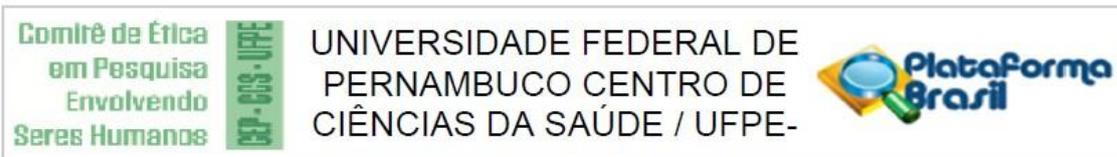
Considerações Finais a critério do CEP:

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO para iniciar a coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto,

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS
Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
UF: PE Município: RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 1.135.098

identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

RECIFE, 02 de Julho de 2015

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
 (Coordenador)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



ANEXO B

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
GRUPO DE PESQUISA EM CIÊNCIA DO ESPORTE



QUESTIONÁRIO PAR-Q

(Questionário para excluir indivíduos com risco cardiovascular)

NOME: _____

PAR-Q

A prática regular da atividade física é prazerosa e saudável. A cada dia que passa, torna-se maior o número de pessoas que se tornam, fisicamente mais ativas. Tornar-se fisicamente mais ativo é seguro para a grande maioria das pessoas, entretanto, algumas pessoas necessitam de exames médicos antes de submeter-se a esforço físico maior do que aquele ao qual está acostumado. Dessa forma, se você está planejando tornar-se, fisicamente, mais ativo do que é hoje, comece por responder as sete questões abaixo.

Se você tem idade entre 15 e 69 anos, este questionário (PAR-Q) lhe dirá da necessidade de se submeter a uma consulta médica antes de se engajar em um programa de atividade física. Se você tem mais de 69 anos de idade e não é acostumado a fazer atividades físicas procure seu médico antes de iniciar.

O bom senso é o seu melhor guia quando você for responder estas questões. Por favor, leia com atenção cada uma das questões e responda honestamente a cada uma delas, preenchendo com um "X" a lacuna do SIM ou do NÃO.

1. Alguma vez um médico lhe disse que você possui um problema de coração e recomendou que só fizesse atividade física sob supervisão médica?

SIM NÃO

2. Você sente dor no peito quando pratica atividade física?

SIM NÃO

3. Você sentiu dor no peito, sem fazer esforço, no último mês?

SIM NÃO

4. Você tende a perder a consciência ou cair, como resultado de tonteira?

SIM NÃO

5. Você tem algum problema ósseo, muscular ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividade física?

SIM NÃO

6. Algum médico já recomendou o uso de medicamentos para a sua pressão arterial ou condição cardiovascular (ex: diuréticos ou outros)?

SIM NÃO

7. Você tem consciência, através da sua própria experiência ou aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça lhe impeça de praticar atividade física sem supervisão médica?

SIM NÃO

Se você respondeu afirmativamente a uma ou mais questões acima, entre em contato com seu médico antes de iniciar a se tornar mais ativo fisicamente. Fale com seu médico do PAR-Q e de quais questões você respondeu afirmativamente. As seguintes situações poderão ocorrer:

Observações:

1. Este questionário só deve ser aplicado para aqueles com idades compreendidas entre 15 e 69 anos.
2. Se você está temporariamente doente, como por exemplo: gripado ou com febre, ou não está se sentindo bem neste momento, você deve adiar o início da prática da atividade física.
3. Se você é mulher e está grávida, aconselha-se a discutir o uso do "PAR-Q" com seu médico, antes de iniciar um programa de exercícios.
4. Se houver alguma mudança em seu estado, relativo às questões acima, por favor, traga esta informação ao conhecimento do seu professor/treinador.